

УДК 553.551 : 338.4

Аада ТЭЭДУМЯЭ

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД ЭСТОНСКОЙ ССР

По наиболее общему характеру требований к качеству карбонатных пород все основные области их использования могут быть объединены в две крупные группы: I — отрасли, предъявляющие требования, в основном, к вещественному составу карбонатных пород, II — отрасли, для которых главное значение имеют их физико-механические свойства.

Первая группа охватывает большинство потребляющих карбонатные породы отраслей народного хозяйства — металлургическую, химическую, сахарную, целлюлозную, производство цемента, строительной извести и др. Ко второй группе относится промышленное, дорожное и жилищное строительство.

Автором в течении многих лет (1967—1984) изучались проблемы распространения, состава, свойств и возможностей использования карбонатных пород палеозоя Эстонии (Тээдумяэ, 1983). Промышленная перспективность карбонатных пород обусловлена не только комплексом признаков, включающих физико-механические свойства, вещественный состав, структурно-текстурные особенности, но и характером пространственного размещения отдельных литологических разновидностей — их выдержанностью в плане и разрезе, мощностью, глубиной залегания.

С учетом всех этих признаков, а также генезиса, на территории Эстонии автором выделено семь групп карбонатных пород, которые могут быть рассмотрены как литолого-промышленные типы. Они выделены по генетическо-структурным группам (Vingisaar jt., 1965), что дает возможность использовать фациальный анализ для выяснения пространственного размещения промышленно перспективных пород.

Первичные доломиты. Несмотря на их ограниченное распространение (только в силуре на о-ве Сааремаа; см. рисунок) с ними связан один из своеобразнейших видов карбонатных полезных ископаемых Эстонии — декоративные облицовочные доломиты — каармаские и сельгазеские.

Каармаские доломиты — это глинистые доломиты с четко выраженной горизонтальной или пологоволнистой микрослоистостью, обусловленной ритмичным чередованием карбонатных и более глинистых слоев (Эйнасто, 1979). Общее содержание терригенного материала в большинстве случаев 10—15%, их мощность не превышает 5,0 м. Благодаря толстослоистости (0,5—2,0 м) и возможности получения крупных монолитов они являются ценным сырьем для производства разных видов облицовочных плит и декоративных деталей. Прочностные свойства каармаских доломитов низкие (таблица), как строительный камень и сырье для щебня они неперспективны.

Сельгазеские доломиты обладают своеобразным узором (пятна и разводы мелкорассеянного пирита), ввиду чего известны под названием «узорчатые». Распространение их ограниченное — по мощности до 3 м, по латерали — до километра.



Месторождения карбонатных пород Эстонии.

Прочностные свойства узорчатых доломитов (таблица) высокие, что позволяет использовать отходы производства облицовочных плит для производства щебня, а также в качестве строительного камня.

Биоморфные известняки залегают в виде относительно невыдержанных прослоев и линз, и нередко постепенно переходят в детритовые. Только бореалисовый известняк распространен более широко и его мощность достигает 10 м.

Строматопоровые известняки не образуют выдержанных пластов и линз минимальной промышленной мощности (3 м). Однако в районах их совместного залегания с бореалисовым известняком и детритовыми известняками они вполне могут быть использованы (таблица).

Биоморфные известняки характеризуются высоким содержанием CaO (43—54%) и малой примесью нерастворимого остатка (н.о.) (обычно менее 3%). Содержание MgO колеблется от 1 до 7% (Юргенсон, 1961). Повышенные содержания (более 3%) окиси магния тесно связаны с процессами вторичной доломитизации, развитой в зонах тектонических нарушений.

Физико-механические свойства (таблица) биоморфных известняков зависят от крупности слагающих их скелетных образований. Бореалисовый известняк, сложенный крупными строматолитами *Pentamerus borealis*, обладает низкими прочностными свойствами и соответствует сырью для щебня марки 300 и Мрз 15. Строматопоровые известняки отличаются более высокой прочностью и пригодны для щебня марок 800—600 и Мрз 25.

В общем биоморфные известняки служат сырьем для производства извести, известкования кислых почв, подкормки птиц, а на участках вне зон доломитизации для целлюлозно-бумажной и металлургической промышленности.

Биогермные известняки характерны для некоторых уровней (таблица). Размеры биогермов разные — от нескольких до сотен метров по поперечнику и мощностью до 15 м. Биогермы с поперечником несколько сотен метров (до километра) в сущности являются биогермными массивами, образовавшимися в результате срастания более мелких биогермов (Аалоз, 1956).

Биогермные известняки отличаются высоким содержанием CaO (43—55%). Колебание содержания CaO коррелируется с содержанием

Типы пород: а — известняки биоморфные, б — известняки биогермные, в — известняки детритовые, г — известняки илесто-детритовые, д — известняки илестые, е — доломиты первичные, ж — доломиты вторичные, з — линия тектонических нарушений. Месторождения: 1 — Харку, 2 — Вяо, 3 — Маарду, 4 — Курелийва, 5 — Кунда, 6 — Тоолсе, 7 — зап. берег р. Тоолсе, 8 — Ару (юж.), 9 — Азери, 10 — Ранну, 11 — Сака, 12 — Кохтла-Ярве, 13 — Силламяэ, 14 — Нарва, 15 — Кадастик, 16 — Нарва (вскрыша фосфоритов), 17 — Румму, 18 — Падизе, 19 — Раквере, 20 — Сууремыйза, 21 — Сикельди, 22 — Инью-Мернкюла, 23 — Аавере, 24 — Выхмута, 25 — Тамсалу, 26 — Карину, 27 — Метсла, 28 — Ракке, 29 — Унгру-Сепакюла, 30 — Хайме, 31 — Лубья, 32 — Хыреда, 33 — Кеава, 34 — Тюри-Аллику, 35 — Мюнди, 36 — Койги, 37 — Метсатугузе, 38 — Калана, 39 — Витсьярве, 40 — Адавере, 41 — Неанурме, 42 — Яагараху, 43 — Мустъяла, 44 — Тагавере, 45 — Лийгаласкма, 46 — Когува, 47 — Хелламаа, 48 — Михкли, 49 — Коонга, 50 — Анелема, 51 — Агама, 52 — Каарма. Индексы стратиграфических горизонтов: O₁ — волховский, кундаский; O_{2as-id} — азерский, ласнамягский, ухакусский, кукурузеский, идаввереский; O_{2jh-op} — йхвиский, кейлаский, оандуский; O_{2rk} — раквереский; O_{2-3nb} — набалаский; O_{3vg} — вормиский; O_{3rg} — пиргуский; O_{3rk} — поркунский; S_{1jg} — юрусский; S_{1rk} — райккюлаский; S_{1ad} — адавереский; S_{1jn} — яаниский; S_{1jg} — яагарахуский; S_{1rt} — роотсикюлаский; S_{2pd} — паадлаский; S_{2kg} — курессаареский; S_{2kg} — каугатумаский; S_{2oh} — охесаареский; D₂ — средний девон.

Характерные показатели физико-механических и технологических свойств литолого-промышленных типов карбонатных пород Эстонии

Макрофация	Литолого-промышленный тип	Разновидность (вид)	Плотность, г/см ²	Прочность в водонасыщенном состоянии, кг/см ²	Дробимость щебня в цилиндре в сухом состоянии, %	Морозостойкость (циклов)	Основные промышленно-перспективные стратиграфические уровни * распространения	Номер разведанных месторождений на карте
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Прибрежно-тиховодная	Доломиты первичные	доломит микрослойчатый (каармаский)	2,10—2,20	180—240	24—27	15—25	S ₂ pdS, S ₂ pdH	52
		доломит узорчатый (сельгазеский)	2,20—2,30	600—700	не определена	25	S ₁ ijgSl, S ₂ rtKn, S ₂ rtVi, S ₂ rtVs	43
Прибрежно-мелководная (подвижноводная)	Известняки биоформные	известняк бореалисовый	2,55—2,60	400—500	20—28	25	S ₁ jrTm	20, 23, 24, 25, 26, 27, 28
		известняк строматопоровый	2,60—2,65	900—1000	не определена	25	S ₁ jrK	23, 24, 26, 27
	Известняки биогермные	известняк биогермный	2,50—2,65	400—800	15—24	25	O ₂ kl + on V, O ₃ pkR, S ₁ jrH, S ₁ ijgP, S ₂ pdK	17, 18, 20, 42, 51
		известняк глинистый биогермный	2,30—2,60	400—600	не определена	15—25	O ₂ kl + on V	17, 18
	Известняки детритовые	известняк крупнодетритовый	2,60—2,65	400—600	20—28	25	O ₂ kl + on V, O ₃ pkR, S ₁ jrH, S ₁ jrTm, S ₁ jrK, S ₁ rkK, S ₁ ijgP, S ₂ pdU, S ₂ kgA	17, 18, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 32, 33, 38, 51
		известняк мелкодетритовый	2,60—2,70	800—1000	14—24	25	O ₁ vlS, O ₁ vlKI, O ₁ knUt, O ₁ knVl, O ₁ knNp, O ₂ kk, O ₂ klS, S ₁ rkV, S ₁ ijgM, S ₂ pdU	1, 2, 3, 4, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 29, 32, 42

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		извест- няк дет- ритовый глини- стый	2,30— 2,60	400—600	15—24	25	O ₂ kIS, S ₁ rkV, S ₁ jgM	21, 31, 32, 42
Умеренно мелководная (умеренно подвижная)	Извест- няки илисто- детри- товые	извест- няк или- сто-дет- ритовый	2,60— 2,75	800—1000	10—18	25—50	O ₂ as, O ₂ ls, O ₂ kk, O ₂ kIP, O ₂ kIS	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16
		извест- няк или- сто-дет- ритовый глини- стый (н. о. до 15%)	2,50— 2,65	400—800	15—20	25	O ₂ as, O ₂ ls, O ₂ uh, O ₂ kk, O ₂ id, O ₂ kIK, S ₁ jrV	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16
		то же, н. о. > 15%	2,50— 2,60	300—600	20—25	15	O ₁ vlT, O ₁ knNm, O ₂ uh, O ₂ kk, O ₂ id, O ₂ kIK, S ₁ jrV	18
	Извест- няки или- стые	извест- няк скрыто- и микро- кристал- лический	2,60— 2,65	800—1000	10—15	15—25	O ₂ rk, O ₂₋₃ nb, S ₁ jrH, S ₁ rkV, S ₁ rkK	19, 20, 30, 31, 38
Доломиты вторичные	доломит мелко- и тонко- кристал- лический	2,55— 2,75	800—1400	10—15	25	O ₁ vl — O ₂ uh, O ₂₋₃ nb, O ₃ pkR, S ₁ rkV, S ₁ adM, S ₁ jgK, S ₁ jgP, S ₁ jgM	12, 13, 14, 15, 16, 22, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50	
	доломит мелко- и тонко- кристал- лический глини- стый	2,40— 2,50	600—800	17—24	25	O ₃ pkR, S ₁ rkV, S ₁ adM, S ₁ jgK, S ₁ jgP, S ₁ jgM, S ₂ pdH	22, 31, 34, 38, 39, 40, 42, 46, 48, 49, 50	

* Объяснения к использованным индексам: O₁vl — волховский горизонт, O₁vlS — сакаская пачка, O₁vlKп — кюннапахъяская пачка, O₁vlKl — кальвиская пачка, O₁vlT — телиныммеская пачка, O₁kn — кундаский горизонт, O₁knUt — утринская пачка, O₁knVI — валгейэская пачка, O₁knNm — нымвескская пачка, O₁knNp — напасская пачка, O₂as — азерский горизонт, O₂ls — ласнамягский горизонт, O₂uh — ухакусский горизонт, O₂kk — кукрузеский горизонт, O₂id — идавверский горизонт, O₂kIK — куртнская пачка, O₂kIP — пясююлаская пачка, O₂kIS — сауэская пачка, O₂kl+onV — вазалеммаская свита; O₂rk — раквереский горизонт, O₂₋₃nb — наба-лаский горизонт, O₃pkR — рёаская пачка, S₁jrV — варболаская свита, S₁jrTm — таммикуская пачка, S₁jrK — каринуская пачка S₁jrH — хиллистеская пачка, S₁rkK — кулламааская пачка, S₁rkV — вингутаская пачка, S₁adM — мыхкюлаская пачка, S₁jgP — пангамягские слои, S₁jgSl — селгазеская пачка, S₁jgM — маазские слои, S₂rtKп — куузеныммеские слои, S₂rtVt — вийтаские слои, S₂rtVs — везикусские слои, S₂pdS — саувереские слои, S₂pdH — химмистеские слои, S₂pdKt — катриская пачка, S₂pdU — удуввереская пачка, S₂kgA — эйгуские слои.

терригенного материала — в чистых биогермных известняках содержание н. о. менее 3, СаО 50—55, в глинистых разновидностях 5—10 и 43—50% соответственно. Содержание окиси магния в недоломитизированных биогермных известняках не превышает 3%.

Чистые биогермные известняки являются ценным сырьем для обжига извести, для металлургической и целлюлозно-бумажной промышленности (Teedupäe, 1976). Глинистые биогермные известняки самостоятельно для этого не пригодны, но в определенных случаях могут быть применены совместно с чистыми известняками.

Биогермные известняки (таблица) не отличаются высокими показателями прочности и морозостойкости и пригодны только для низкопрочного щебня марки до 400, Мрз 25.

Залегание биогермных известняков отдельными небольшими телами исключает возможность оконтуривания отдельных месторождений этого типа пород. Совместно с вмещающими их породами, при условии близкого состава и свойств, биогермные известняки вполне перспективны в качестве сырья для известковой и щебеночной, а участками и для целлюлозно-бумажной и металлургической промышленности.

Детритовые известняки встречаются по всему разрезу карбонатных пород Эстонии в виде прослоев и линз мощностью до нескольких метров. Нередко они ассоциируют с биоморфными, биогермными и илисто-детритовыми известняками. В горизонтальном плане их распространение часто прерывистое, ввиду чего промышленно перспективными можно рассматривать только отдельные уровни (таблица).

Характеризуются детритовые известняки, как правило, высоким содержанием СаО (45—55%), терригенного материала обычно не более 1—3, окиси магния 0—5%. Более высокие содержания окиси магния связаны со вторичными процессами. Повышенным содержанием терригенного материала (до 10—15%) отличаются детритовые известняки, образующие «шлейфы» вокруг биогермов (Мянниль, 1960), также некоторые детритовые известняки, развитые в среднем ордовике и нижнем силуре (рисунок; таблица).

По химическому составу детритовые известняки (за исключением глинистых разновидностей) являются пригодными для применения в производстве строительной извести, целлюлозно-бумажной и металлургической промышленности, а также для известкования почв и подкормки птиц.

Физико-механические свойства детритовых известняков (таблица) зависят от размера слагающих их частиц и содержания терригенного компонента. Большой прочностью и морозостойкостью обладают мелко-детритовые известняки с содержанием терригенного компонента до 10%, которые пригодны для производства щебня марки 600, и Мрз 25. Прочность и морозостойкость крупнодетритовых известняков и известняков с содержанием терригенного материала свыше 10% значительно меньше. Они пригодны для щебня марок 300 и 400, Мрз 15—25. Малоглинистые разновидности детритовых известняков поддаются шлифованию и могут быть применены для изготовления мелких декоративных деталей.

Илисто-детритовые известняки широко распространены как в ордовике (Орвику, 1960; Пылма, 1982), так и в силуре Эстонии (Силур Эстонии, 1970).

Вещественный состав илисто-детритовых известняков разнообразен. Нередко они, особенно менее глинистые разновидности, доломитизированы. Содержание СаО в недоломитизированных (MgO менее 4,5%) разновидностях колеблется в пределах 40—50% и их перспективно использовать в цементном производстве. Для производства воздушной извести они не пригодны из-за высокой глинистости, для производства

гидравлической извести ограничения создает повышенное (более 2%) содержание окиси магния.

Физико-механические свойства илесто-детритовых известняков определяются глинистостью. Малоглинистые разновидности (н. о. менее 10%) отличаются высокой прочностью независимо от степени доломитизации (таблица) и соответствуют требованиям, предъявляемым для производства щебня марки 800, Мрз 25—30. Известняки с содержанием н. о. 10—15% пригодны для щебня марки 600, Мрз 25. Более глинистые разновидности, хотя и соответствуют по прочности сырью для низкопрочного щебня 200—400, но часто неморозостойки (Мрз 15).

Обстоятельством, значительно ограничивающим возможности использования илесто-детритовых известняков является чередование в разрезе слоев пород с разной глинистостью и присутствие тонких прослоек мергеля.

Илистые известняки. В эту группу входят скрыто- и микрокристаллические известняки с примесью детрита обычно не более 10% (максимально 25%). Содержание терригенного компонента в самых чистых разновидностях не превышает 5%, но отмечаются как постепенные, так и послонные переходы в более глинистые известняки с содержанием н. о. до 15%.

Химический состав скрыто- и микрокристаллических известняков вне зон доломитизации отличается высоким содержанием СаО (48—52%), низким содержанием MgO (до 3%) и н. о. (до 5%). Они перспективны для применения в металлургической, целлюлозно-бумажной и известковой промышленности, а также для известкования почв и подкормки птиц. В строительных целях перспективны только доломитизированные разновидности с тонкокристаллической структурой, являясь качественным сырьем для производства щебня марки 600—800, Мрз 25. Афанитовая структура обуславливает гладкую поверхность дробленных зерен щебня и это исключает возможность применения афанитовых известняков в бетонах.

Вторичные доломиты. В данную группу соединены все вторичные доломиты, содержащие MgO более 15 и терригенного компонента менее 10%. В основном это мелко- и тонкокристаллические пористые (4—15%) доломиты, которым характерны пленочные прослои доломитового мергеля, редкие гнезда пирита или мелкие кристаллы пирита в рассеянном виде.

Доломиты ордовика, залегающие в виде выдержанных маломощных (до 3—4 м) пластов между известняками, самостоятельного промышленного значения не имеют. То же относится к доломитам, образующим крутопадающие или вертикальные тела вдоль линейных тектонических нарушений. Доломиты в пределах упомянутых зон характеризуются невыдержанностью, обусловленной как изменениями состава первичных известняков, так и степенью доломитизации. Кроме того, в пределах доломитизированных зон породы часто раздроблены, трещиноваты.

Перспективными для промышленного использования являются доломиты, образующие крупные тела, плавно секущие слоистость и располагающиеся в верхней части разреза карбонатных пород нижнего силура. Общая мощность доломитовой толщи нижнего силура 20—30 м, мощность малоглинистых доломитов с содержанием н. о. менее 10% не превышает 10—15 м. Переход от доломитов к залегающим ниже глинистым доломитам и домеритам постепенный и завершается в интервале 2—4 м (Вингисаар, Таалманн, 1974; Кийпли, 1984). Химический состав доломитов: СаО 29—33, MgO 15—21, н. о. 2—10%. Наиболее высоким содержанием MgO (20—21%) отличаются доломиты, образовавшиеся по биогермным известнякам. Для них характерно в общем низкое содер-

жание Fe_2O_3 (0,2—0,5%), что позволяет их рассматривать в качестве сырья для производства обыкновенного технического стекла. Доломиты, пригодные для производства бесцветного стекла (Fe_2O_3 менее 0,2%), в разрезе карбонатных пород Эстонии отсутствуют. Малоглинистые доломиты поддаются шлифованию и могут быть применены для производства мелких декоративных деталей.

Физико-механические свойства доломитов высокие (таблица), марка щебня 800—1200, Мрз 25—50. Глинистые доломиты обладают относительно низкой прочностью (таблица) и могут быть применены для производства щебня марки 400—600, Мрз 25.

Остальные многочисленные литологические разновидности карбонатных пород Эстонии на современном уровне развития промышленности не могут быть рассмотрены как полезные ископаемые.

ЛИТЕРАТУРА

- Аалоз А. Рифовая фация в яагарахуском горизонте силура Эстонии. — Тр. Ин-та геол. АН ЭССР, 1956, вып. 1, 89—94.
- Вингисаар П., Таалманн В. Обзор доломитизации нижнепалеозойских карбонатных пород Эстонии. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1974, 23, № 3, 237—241.
- Кийли Т. Генезис и распространение промышленных залежей малопримесных известняков и доломитов в Эстонской ССР. — Автореф. канд. дис. Таллин, 1984.
- Силур Эстонии. Таллин, 1970.
- Мянниль Р. Стратиграфия оандуского («вазалецкого») горизонта. — Тр. Ин-та геол. АН ЭССР, 1960, вып. 5, 89—122.
- Орвику К. Литофациальные особенности ордовикских горизонтов волхов (V₁₁), кунда (V₁₁₁) и азери (С₁₁) в северной части Эстонской ССР. — Междунар. геол. конгр. XXI сессии. Докл. сов. геологов. 7. М.-Л., 1960, 71—80.
- Пылма Л. Сравнительная литология карбонатных пород ордовика Северной и Средней Прибалтики. Таллин, 1982.
- Тээдумяэ А. Карбонатные породы Эстонской ССР и их рациональное использование. — Автореф. канд. дис. Л., 1983.
- Эйнасто Р. Строение и условия образования каармаского комплекса лагунных и отмельных отложений (силур Прибалтики). — Автореф. канд. дис. Л., 1979.
- Юргенсон Э. О вещественном составе карбонатных пород тамсалуского горизонта. — Тр. Ин-та геол. АН ЭССР, 1961, вып. 6, 29—44.
- Vingisaar, P., Oraspõld, A., Einasto, R., Jürgenson, E. Karbonaatkivimite ühtne klassifikatsioon ja legend. Tallinn, 1965.
- Teedumäe, A. Eesti NSV karbonaatkivimite ratsionaalse kasutamise skeemist. — Rmt.: Eesti NSV maarõuevarade kaitsest. Tallinn, 1976, 34—41.

Институт геологии
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
21/I 1985

Aada TEEDUMÄE

EESTI NSV KARBONAATKIVIMITE TÖÖSTUSLIKUD TUUBID

Karbonaatkivimite tööstusliku kasutamise perspektiivi Eesti NSV-s ei määra mitte ainult nende aineline koostis, füüsikalise-mehaanilised omadused, struktuuri ja tekstuuri eripära, vaid ka erinevate omadustega kivimitüüpide ruumilise leviku iseärasused: pak-sus, pindala, nende muutumise spetsiifika. Lähtudes nimetatud tunnuste kompleksist ning kivimite geneesist, eraldatakse 7 karbonaatkivimite gruppi, mida võib käsitleda kui litoloogilis-tööstuslikke tüüpe, s.t. kui kivimitüüpe, mis Eesti NSV territooriumi geo-loogilise ehituse tingimustes on maavarana perspektiivsed.

Aada TEEDUMÄE

INDUSTRIAL TYPES OF CARBONATE ROCKS OF THE ESTONIAN SSR

The industrial importance of carbonate rocks in the Estonian SSR is determined not only by their material composition, physical qualities, structure and texture, but also by the character of their spatial distribution. Considering all these qualities and genesis, 7 types of carbonate rocks are proposed which are considered to be perspective as mineral wealth.